

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

08.07.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 5月16日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-139506  
[ST. 10/C]: [JP2003-139506]

出 願 人  
Applicant(s): 独立行政法人産業技術総合研究所

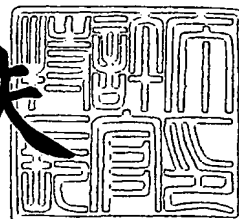
REC'D 29 JUL 2004  
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 337Q03013

【提出日】 平成15年 5月16日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01H 9/00  
H01L 41/083

【発明者】

【住所又は居所】 佐賀県鳥栖市宿町字野々下 807番地1 独立行政法人  
産業技術総合研究所 九州センター内

【氏名】 秋山 守人

【発明者】

【住所又は居所】 佐賀県鳥栖市宿町字野々下 807番地1 独立行政法人  
産業技術総合研究所 九州センター内

【氏名】 上野 直広

【発明者】

【住所又は居所】 佐賀県鳥栖市宿町字野々下 807番地1 独立行政法人  
産業技術総合研究所 九州センター内

【氏名】 立山 博

【発明者】

【住所又は居所】 佐賀県鳥栖市宿町字野々下 807番地1 独立行政法人  
産業技術総合研究所 九州センター内

【氏名】 蒲原 敏浩

【特許出願人】

【識別番号】 301021533

【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関 1-3-1

【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所

【代表者】 吉川 弘之

【代理人】

【識別番号】 100080034  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 原 謙三  
【電話番号】 06-6351-4384

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ウルツ鉱型結晶層を含む積層体及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に、

ウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第 1 のウルツ鉱型結晶層と、

第 1 のウルツ鉱型結晶層の全領域を覆った機能性物質層と、

機能性物質層を覆ったウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第 2 のウルツ鉱型結晶層とが形成されていることを特徴とする積層体。

【請求項 2】

上記基板が、単結晶、多結晶又はアモルファスのいずれかの物質からなることを特徴とする請求項 1 に記載の積層体。

【請求項 3】

上記第 1 のウルツ鉱型結晶層及び第 2 のウルツ鉱型結晶層を構成するウルツ鉱型結晶構造化合物の (001) 面に対して垂直な c 軸が、上記基板表面と略垂直に配向していることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の積層体。

【請求項 4】

上記第 1 のウルツ鉱型結晶層及び／又は第 2 のウルツ鉱型結晶層が、窒化アルミニウム、窒化ガリウム、窒化インジウム又は酸化亜鉛から選択される 1 種以上の化合物を主成分として含むことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の積層体。

【請求項 5】

上記第 1 のウルツ鉱型結晶層及び第 2 のウルツ鉱型結晶層が、窒化アルミニウムを主成分として含むことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の積層体。

【請求項 6】

上記第 1 のウルツ鉱型結晶層と第 2 のウルツ鉱型結晶層とが、同一成分からなることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の積層体。

【請求項 7】

上記機能性物質層が、単結晶、多結晶又はアモルファスのいずれかの物質を含むことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の積層体。

【請求項 8】

上記機能性物質層が、導電性物質を含むことを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の積層体。

【請求項 9】

上記機能性物質層が、金属を含むことを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載の積層体。

【請求項 10】

上記機能性物質層が、体心立方構造又は六方最密格子構造を有する金属を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の積層体。

【請求項 11】

上記機能性物質層が、モリブデン又はタングステンの単体、或いは少なくともその一方の元素を含む化合物からなることを特徴とする請求項 1～10 のいずれかに記載の積層体。

【請求項 12】

上記第 1 のウルツ鉱型結晶層の厚さが 5 nm 以上であることを特徴とする請求項 1～11 のいずれかに記載の積層体。

【請求項 13】

上記第 1 のウルツ鉱型結晶層の厚さが 50 nm 以上、200 nm 以下であることを特徴とする請求項 1～12 のいずれかに記載の積層体。

【請求項 14】

請求項 1～13 のいずれか 1 項に記載の積層体の製造方法であって、  
基板上にウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第 1 のウルツ鉱型結晶層を形成する工程と、

第 1 のウルツ鉱型結晶層を覆うように機能性物質層を形成する工程と、  
機能性物質層上にウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第 2 のウルツ鉱型結晶層を形成する工程とを含むとともに、

上記少なくとも 1 つの工程を、気相成長法により行うことを特徴とする積層体

の製造方法。

【請求項 15】

上記気相成長法が、物理的気相成長法及び／又は化学的気相成長法であることを特徴とする請求項 14 に記載の積層体の製造方法。

【請求項 16】

上記物理的気相成長法が、真空蒸着法、分子線エピタキシー法、レーザーアブレーション法、スパッタ蒸着法、イオンプレーティング法、イオン化クラスタービーム蒸着法又はイオンビーム蒸着法のいずれかであることを特徴とする請求項 15 に記載の上記積層体の製造方法。

【請求項 17】

上記化学的気相成長法が、熱 CVD、光 CVD、高周波プラズマ CVD、マイクロ波プラズマ CVD、ECR プラズマ CVD 又は DC プラズマ CVD のいずれかであることを特徴とする請求項 15 または 16 に記載の上記積層体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ウルツ鉱型結晶層を含む積層体及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

ウルツ鉱型結晶構造化合物は、高周波発振素子、高周波用フィルター、各種センサ、スイッチ、超音波発振器、可聴帯域用電気機械変換機や発光素子等様々な電子部品材料として応用されている。これらウルツ鉱型結晶構造化合物を使用した電子部品材料の多くは、その特性を十分に発揮するために、結晶性及び結晶配向性を制御する必要がある。このため、単結晶基板を用いたエピタキシャル技術や、不純物の添加などによる結晶性や結晶配向性の制御技術が提案されている。

【0003】

また、ウルツ鉱型結晶構造化合物を、電子部品材料として応用する場合には、

導電性やその他の機能を有する機能性物質との複合化が不可欠な場合も多い。このためには、それら任意の機能性物質からなる機能性物質層上に、結晶性や結晶配向性を制御したウルツ鉱型結晶構造化合物からなる層を成長させた、多層構造の積層体の作製が必要となる（例えば、特許文献1参照）。

#### 【0004】

しかしながら、下地となる機能性物質層の上に、ウルツ鉱型結晶構造化合物からなる層を成長させる場合、そのウルツ鉱型結晶構造化合物の結晶性及び結晶配向性を制御することが困難であるという問題が生じる。

#### 【0005】

そこで、この問題を解決するために、特許文献2には、図4に示すように、基板10上に、第1のウルツ鉱型構造の圧電薄膜11と、第1の圧電薄膜11上に、所定形状にフォトリソグラフィングして構成された面心立方型構造をもつ材料からなる電極12と、この電極12を含む第1の圧電薄膜11上に、第2のウルツ鉱型構造の圧電薄膜13とが形成された弾性表面波素子が記載されている。この弾性表面波素子において、第1の圧電薄膜11は主として電極12の配向については第2の圧電薄膜13の配向をよくするのに機能している。

#### 【0006】

##### 【特許文献1】

特開昭60-142607号公報（昭和60年（1985）7月27日公開）

#### 【0007】

##### 【特許文献2】

特開昭57-48820号公報（昭和57年（1982）3月20日公開）

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記先行技術文献では、図4に示すように、島状に形成された電極12上に形成される第2のウルツ鉱型構造の圧電薄膜13の配向性を改善するために、基板10と電極12との間にさらに第1のウルツ鉱型構造の圧電薄膜11を形成している。しかしながら、電子部品材料によっては、第1のウルツ鉱型結晶構造化合物の層の一部分ではなく、第1のウルツ鉱型結晶構造化合物の層の全領域を覆っ

た電極 12 などの機能性物質層の上に第 2 のウルツ鉱型結晶構造化合物の層を形成させた積層体を用いる必要が生じる。しかし、第 1 のウルツ鉱型結晶構造化合物の層の一部ではなく全域を覆った機能性物質層の上に、第 2 のウルツ鉱型結晶構造化合物の層を形成する場合には、機能性物質層の内部の応力が大きく、層が剥がれやすいという問題が生じる。

#### 【0009】

また、機能性物質層が体心立方構造又は六方最密格子構造を有する金属からなる場合については、該機能性物質層の上に成長させたウルツ鉱型結晶層の結晶性や結晶配向性の制御は、面心立方構造を有する機能性物質の場合と比較して困難であり、未だその方法は見出されていない。これは、面心立方構造の機能性物質と比較して、体心立方構造又は六方最密格子構造の機能性物質の方がウルツ鉱型結晶との格子定数の差が大きいこと及び体心立方構造の機能性物質は結晶化度が低いことに起因する。

#### 【0010】

本発明は上記従来の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、機能性物質層の結晶構造に関わらず、該機能性物質層の上に、結晶性や結晶配向性が制御されたウルツ鉱型結晶構造化合物からなる層を成長させた多層構造の積層体を提供することにある。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記課題に鑑み鋭意検討した結果、下地となる機能性物質層のさらに下、すなわち、基板と機能性物質層との間に、第 1 のウルツ鉱型結晶層をあらかじめ形成し、その機能性物質層上に、目的とする第 2 のウルツ鉱型結晶層を形成することにより、第 2 のウルツ鉱型結晶層の結晶性及び結晶配向性を向上させることを見出して本発明を完成させるに至った。

#### 【0012】

すなわち、本発明にかかる積層体は、基板上に、ウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第 1 のウルツ鉱型結晶層と、第 1 のウルツ鉱型結晶層の全領域を覆った機能性物質層と、機能性物質層を覆ったウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第 2 の



ウルツ鉱型結晶層とが形成されていることを特徴としている。

【0013】

上記積層体においては、上記基板は、単結晶、多結晶又はアモルファスのいずれかの物質からなることが好ましい。

【0014】

また、上記積層体は、上記第1のウルツ鉱型結晶層及び第2のウルツ鉱型結晶層を構成するウルツ鉱型結晶構造化合物の(001)面に対して垂直なc軸が、上記基板表面と略垂直に配向していることが好ましい。

【0015】

本発明にかかる積層体は、上記第1のウルツ鉱型結晶層及び／又は第2のウルツ鉱型結晶層が、窒化アルミニウム、窒化ガリウム、窒化インジウム又は酸化亜鉛から選択される1種以上の化合物を主成分として含むことが好ましい。

【0016】

また、本発明にかかる積層体は、上記第1のウルツ鉱型結晶層及び第2のウルツ鉱型結晶層が、窒化アルミニウムを主成分として含むことが好ましい。

【0017】

さらに、本発明にかかる積層体は、上記第1のウルツ鉱型結晶層と第2のウルツ鉱型結晶層とが、同一成分からなることが好ましい。

【0018】

本発明にかかる積層体は、上記機能性物質層が、単結晶、多結晶又はアモルファスのいずれかの物質を含むことを特徴としている。また、上記積層体においては、上記機能性物質層が、導電性物質を含むことが好ましく、上記機能性物質層が、金属を含むことがより好ましく、上記機能性物質層が、体心立方構造又は六方最密格子構造を有する金属を含むことが特に好ましい。本発明にかかる積層体においては、上記機能性物質層を構成する機能性物質の代表的な一例としては、例えば、モリブデン又はタングステンの単体、或いは少なくともその一方の元素を含む化合物を挙げることができる。

【0019】

本発明にかかる積層体は、上記第1のウルツ鉱型結晶層の厚さが5 nm以上で

あることが好ましく、50 nm以上、200 nm以下であることがより好ましい。

#### 【0020】

本発明にかかる製造方法は、上記積層体の製造方法であって、基板上にウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第1のウルツ鉱型結晶層を形成する工程と、第1のウルツ鉱型結晶層を覆うように機能性物質層を形成する工程と、機能性物質層上にウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第2のウルツ鉱型結晶層を形成する工程とを含むとともに、上記少なくとも1つの工程を、気相成長法により行うことを特徴としている。

#### 【0021】

また、上記製造方法において、上記気相成長法は、物理的気相成長法及び／又は化学的気相成長法のいずれかであることが好ましい。

#### 【0022】

上記製造方法において、上記物理的気相成長法の代表的な一例として、真空蒸着法、分子線エピタキシー法、レーザーアブレーション法、スパッタ蒸着法、イオンプレーティング法、イオン化クラスタービーム蒸着法又はイオンビーム蒸着法が挙げられる。

#### 【0023】

また、上記製造方法において、上記化学的気相成長法の代表的な一例として、熱CVD、光CVD、高周波プラズマCVD、マイクロ波プラズマCVD、ECRプラズマCVD又はDCプラズマCVDが挙げられる。

#### 【0024】

上記構成または方法によれば、ウルツ鉱型結晶層の結晶性や結晶配向性がよく、かつ、機能性物質の結晶構造を問わず、ウルツ鉱型結晶層と機能性物質層とを複合化した多層構造の積層体を作製することができる。それゆえ、ウルツ鉱型結晶構造化合物と、導電性等の機能を有する機能性物質とを複合化した電子部材の品質を向上させることが可能となる。

#### 【0025】

#### 【発明の実施の形態】

本発明の実施の一形態について説明すれば、以下の通りである。なお、本発明はこれに限定されるものではない。

#### 【0026】

##### (1) ウルツ鉱型結晶層を含む積層体

本発明にかかる積層体について図1に基づいて説明する。図1は本発明にかかるウルツ鉱型結晶構造化合物を含む積層体の概略の構成を示す断面図である。

#### 【0027】

本発明にかかる積層体は、基板1上に、第1のウルツ鉱型結晶層2と、機能性物質層3と、第2のウルツ鉱型結晶層4とが、この順で基板1に略平行に積層されている。より具体的には、本発明の積層体は、基板1上に、第1のウルツ鉱型結晶層2が形成され、その全領域を覆うように、機能性物質層3が形成され、さらに機能性物質層3上に第2のウルツ鉱型結晶層4が形成された積層構造を有している。各層の詳細については、後述する。

#### 【0028】

このような、導電性やその他の機能を有する機能性物質層3と、第1および第2のウルツ鉱型結晶層2・4とを複合化した積層体を用いれば、機能性物質層3上に形成された第2のウルツ鉱型結晶層の結晶性や結晶配向性の向上が可能となる。

#### 【0029】

本発明の積層体は、基板1上に第1のウルツ鉱型結晶層2、機能性物質層3、第2のウルツ鉱型結晶層4の各層をそれぞれ、この順に形成したものであるが、必要によっては基板を除去して使用することもできる。

#### 【0030】

以下、本発明の積層体を構成する基板1、第1および第2ウルツ鉱型結晶層2・4、及び機能性物質層3について詳細に説明する。

#### 【0031】

##### <基板1>

基板1は、特に限定されるものではなく、単結晶、多結晶、又はアモルファスのいずれかの物質からなるものであってもよいし、部分的に結晶化したものであ

ってもよい。

#### 【0032】

より具体的には、基板1としては、Si、サファイア、水晶、酸化マグネシウム、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム等の単結晶；酸化アルミ、窒化ケイ素、炭化ケイ素、酸化ジルコニア等に代表されるセラミックス等の多結晶；ガラス、金属ガラス、炭素等のアモルファスが挙げられるがこれに限定されるものではない。つまり、基板1の結晶構造は、特に限定されるものではない。

#### 【0033】

なお、図1の積層体は、基板1上に、第1のウルツ鉱型結晶層2、機能性物質層3、および第2のウルツ鉱型結晶層4の各層がそれぞれこの順に形成された4層構造であるが、場合によっては、基板1を除去した3層構造の積層体としても使用することができる。

#### 【0034】

<第1および第2のウルツ鉱型結晶層2・4>

第1および第2のウルツ鉱型結晶層2・4は、ウルツ鉱型結晶構造化合物からなるものであれば特に限定されるものではない。

#### 【0035】

上記ウルツ鉱型結晶構造化合物としては、例えば、窒化アルミニウム、窒化ガリウム、窒化インジウム又は酸化亜鉛のいずれかの化合物を主成分として含むことが好ましく、窒化アルミニウムを主成分とする化合物であることがより好ましい。

#### 【0036】

ここで、上記「主成分として含む」とは、成分中一番多く含むことを意味する。したがって、第1のウルツ鉱型結晶層2および第2のウルツ鉱型結晶層4は、単独のウルツ鉱型結晶構造化合物からなる層であってもよいし、2種以上のウルツ鉱型結晶構造化合物からなる混晶からなる層であってもよいし、さらに別の化合物を含む層であってもよい。当該別の化合物としては、第1のウルツ鉱型結晶層2および第2のウルツ鉱型結晶層4の結晶性や結晶配向性に影響を与えない限り、特に限定されるものではない。

## 【0037】

また、第1のウルツ鉱型結晶層2および第2のウルツ鉱型結晶層4は、同一成分からなることが好ましいが、異なる成分からなるものであってもよい。

## 【0038】

第1のウルツ鉱型結晶層2のc軸は、上記基板表面と略垂直に配向していることが好ましい。これにより、第2のウルツ鉱型結晶層4を構成するウルツ鉱型結晶層のc軸も、基板1表面と略垂直方向に配向する。すなわち、機能性物質層3上に、結晶性および結晶配向性が良好な第2のウルツ鉱型結晶層4が形成可能となる。

## 【0039】

本発明は、機能性物質層3の上に結晶性や結晶配向性を向上させたウルツ鉱型結晶層4を形成することを目的としているが、以上のように、第2のウルツ鉱型結晶層4のみでなく、第1のウルツ鉱型結晶層2及び第2のウルツ鉱型結晶層4を構成するウルツ鉱型結晶構造化合物のc軸が、上記基板表面と略垂直に配向していることが好ましい。

## 【0040】

上記第2のウルツ鉱型結晶層のc軸は、上記基板表面と略垂直に配向していることが好ましい。これにより、上記第2のウルツ鉱型結晶層4の結晶性が高品質に保たれるので、ウルツ鉱型結晶構造化合物は、より高い硬度、速い音速、広いバンドギャップを有する高い機能性を示し、ウルツ鉱型結晶構造化合物と導電性等の機能を有する機能性物質とを複合化した電子部品材料の品質を向上させることが可能となる。

## 【0041】

なお、前述したc軸は、第1のウルツ鉱型結晶層2及び第2のウルツ鉱型結晶層4を構成するウルツ鉱型結晶構造化合物の(001)面に対して垂直な軸とする。

## 【0042】

また、第2のウルツ鉱型結晶層4の厚さは、積層体の用途によって設定すればよく、特に限定されるものではない。

## 【0043】

第1のウルツ鉱型結晶層2の厚さは、第2のウルツ鉱型結晶層4のc軸が上記基板表面と略垂直に配向しているような結晶配向性を得るために必要な厚さであれば特に限定されない。具体的には、第1のウルツ鉱型結晶層2の厚さは、5nm以上であることが好ましく、50nm以上、200nm以下であることがより好ましく、80nm以上、120nm以下であることがさらに好ましい。とりわけ、第1のウルツ鉱型結晶層2の厚さは、100nmであることが特に好ましい。

## 【0044】

これにより、特に、機能性物質層3が体心立方構造又は六方最密格子構造を有する場合にも、機能性物質層3の上に成長させたウルツ鉱型結晶層4の結晶性や結晶配向性の制御が可能となる。すなわち、機能性物質3が体心立方構造又は六方最密格子構造である場合は、面心立方構造である場合と比較して、機能性物質層3上に成長させたウルツ鉱型結晶層4の結晶性や結晶配向性の制御が困難であるが、第1のウルツ鉱型結晶層2の厚さを上記のようにすることにより、第2のウルツ鉱型結晶層4のc軸が上記基板表面と略垂直に配向しているような結晶配向性を得ることが可能となる。

## 【0045】

なお、以上のことから、本発明にかかる積層体は、基板上に、第1のウルツ鉱型結晶層と、第1のウルツ鉱型結晶層の一部を覆うように形成された体心立方構造又は六方最密格子構造を有する機能性物質層と、機能性物質層を含む第1のウルツ鉱型結晶層を覆った第2のウルツ鉱型結晶層とが形成されていることを特徴とする積層体であってもよい。

## 【0046】

## &lt;機能性物質層3&gt;

機能性物質層3は、互いに対向する第1のウルツ鉱型結晶層2と第2のウルツ鉱型結晶層4との間に形成されている。

## 【0047】

機能性物質層3を構成する機能性物質は、第1および第2のウルツ鉱型結晶層

2・4と複合化した電子部品材料に用いられる物質であって、何らかの機能を有するものであれば特に限定されない。例えば、機能性物質の機能としては、電気伝導性、熱伝導性、断熱性、耐熱性、耐食性、耐摩耗性等が挙げられる。

#### 【0048】

上記機能性物質は、特に限定されず、単結晶、多結晶、又はアモルファスのいずれかの物質を含んでおればよく、単結晶、多結晶、又はアモルファスのいずれの物質であってもよいし、部分的に結晶化したものであってもよい。つまり、上記機能性物質の結晶構造は、特に限定されるものではない。

#### 【0049】

機能性物質層3は、例えば、金属、半導体、導電性高分子、導電性ガラスなどの導電性物質を含んでいるか又はこれらからなることが好ましく、金属を含んでいるか又は金属からなることがより好ましい。さらに、機能性物質層3は、体心立方構造又は六方最密格子構造を有する金属を含んでいるかまたはこれらからなることがさらに好ましい。

#### 【0050】

これにより、機能性物質層3が第1のウルツ鉱型結晶層2の全領域を覆うことによる、機能性物質層3の内部の応力が大きく層が剥がれやすいという問題を解決することが可能となる。即ち、例えばタングステンやモリブデン等の体心立方構造又は六方最密格子構造を有する金属は、アルミニウム等の面心立方構造を有する金属と比較して、ウルツ鉱型結晶構造化合物と熱膨張係数が近い。それゆえ、機能性物質層3が第1のウルツ鉱型結晶層2の全領域を覆う場合にも応力が発生しにくく剥がれにくい。

#### 【0051】

したがって上記機能性物質は、とりわけ、モリブデン又はタングステンの単体、或いは少なくともその一方の元素を含む化合物であることが特に好ましい。また、モリブデン又はタングステンの単体、或いは少なくともその一方の元素を含む化合物を含む混合物であってもよい。これらの硬い金属を使用することによって、高い振動数に対応する電子部品を供給することが可能になる。

#### 【0052】

上記体心立方構造を有する金属は、特に限定されるものではなく、例えば、バリウム (Ba)、クロム (Cr)、 $\alpha$ -鉄 ( $\alpha$ -Fe)、 $\beta$ -鉄 ( $\beta$ -Fe)、 $\delta$ -鉄 ( $\delta$ -Fe)、リチウム (Li)、モリブデン (Mo)、ナトリウム (Na)、 $\beta$ -チタン (Ti)、 $\alpha$ -タングステン (W) 等が挙げられる。

#### 【0053】

一方、上記六方最密格子構造を有する金属としては、特に限定されるものではなく、例えば、ベリリウム (Be)、 $\beta$ -カルシウム ( $\beta$ -Ca)、カドミウム (Cd)、 $\beta$ -コバルト ( $\beta$ -Co)、 $\beta$ -クロム ( $\beta$ -Cr)、マグネシウム (Mg)、ニッケル (Ni)、チタン (Ti)、亜鉛 (Zn) 等が挙げられる。

#### 【0054】

かかる機能性物質層 3 上にウルツ鉱型結晶層 4 を形成することにより、ウルツ鉱型結晶層と導電性等の機能を有する機能性物質層とを複合化することが可能となる。それゆえ、ウルツ鉱型結晶化合物と様々な機能性物質とを複合化した形で、ウルツ鉱型結晶構造化合物を電子部材料に応用することができる。

#### 【0055】

また、機能性物質層 3 の厚さは、積層体の用途によって設定すればよく、特に限定されるものではない。

#### 【0056】

第 2 のウルツ鉱型結晶層 4 の c 軸が上記基板表面と垂直に配向しているような結晶配向性を得るためには、機能性物質層 3 の厚さは 10 nm 以上であることが好ましく、100 nm 以上、300 nm 以下であることがより好ましく、100 nm であることが特に好ましい。

#### 【0057】

以上のような積層体は、高周波発振素子、高周波用フィルター、各種センサ、スイッチ、超音波発振器、可聴帯域用電気機械変換機、発光素子等様々な電子部品材料として利用することができる。例えば、具体的な一例としては、次世代用携帯電話用の高周波フィルターやセンサなどを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。また、第 1 のウルツ鉱型結晶層 2 の全域を機能性物質層 3 で覆うことにより、初めてバルク型共振器の作製が可能となる。



## 【0058】

## (2) ウルツ鉱型結晶構造化合物を含む積層体の製造方法

本発明にかかる製造方法は、上記積層体の製造方法であって、基板1上にウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第1のウルツ鉱型結晶層2を形成する工程と、第1のウルツ鉱型結晶層2を覆うように機能性物質層を形成する工程と、機能性物質層3上にウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第2のウルツ鉱型結晶層4を形成する工程とを含む製造方法であれば特に限定されない。

## 【0059】

また、上記製造方法は、これらの工程の少なくとも一つの工程、より好ましくは、2工程以上が、気相成長法により製造されることが好ましく、物理的気相成長法及び／又は化学的気相成長法のいずれかであることがさらに好ましい。

## 【0060】

具体的には、上記物理的気相成長法の一例としては、真空蒸着法、分子線エビタキシ法、レーザーアブレーション法、スパッタ蒸着法、イオンプレーティング法、イオン化クラスタービーム蒸着法、イオンビーム蒸着法等が挙げられるがこれに限定されるものではない。

## 【0061】

また、上記化学的気相成長法の具体的な一例としては、熱CVD、光CVD、高周波プラズマCVD、マイクロ波プラズマCVD、ECRプラズマCVD、DCプラズマCVD等が挙げられるがこれに限定されるものではない。

## 【0062】

基板1上にウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第1のウルツ鉱型結晶層2を形成する工程は、上記基板上にウルツ鉱型結晶構造化合物からなる層を形成する工程であれば、特に限定されるものではなく、例えば、上記の気相成長法のいずれかを好ましく用いることができる。

## 【0063】

第1のウルツ鉱型結晶層2を覆うように機能性物質層3を形成する工程も、特に限定されるものではなく、例えば、上記の気相成長法のいずれかを好ましく用いることができる。

## 【0064】

機能性物質層 3 上にウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第 2 のウルツ鉱型結晶層 4 を形成する工程も、特に限定されるものではなく、例えば、上記の気相成長法のいずれかを好ましく用いることができる。

## 【0065】

第 1 又は第 2 のウルツ鉱型結晶層 4 が c 軸配向性を有するためには、原料には純金属を用い、化学的気相成長法によることがより好ましく、例えばスパッタリングを用いる場合は、ターゲットにアルミニウムを使用し、ガスにアルゴンと窒素を用いることが好ましい。また、この場合の基板の温度は 200℃以上、400℃以下であることが好ましい。

## 【0066】

また、上記の 3 の工程の順序は、上記積層体を製造するものであれば、特に限定されない。

## 【0067】

## 【実施例】

以下、実施例および比較例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

## 【0068】

## 〔実施例〕

Si 単結晶基板上に第 1 のウルツ鉱型結晶構造化合物として窒化アルミニウム (AlN)、機能性物質としてモリブデン (Mo)、第 2 のウルツ鉱型結晶構造化合物として窒化アルミニウム (AlN) を、いずれも RF マグネトロンスパッタリング法で形成した。第 1 および第 2 の窒化アルミニウム (AlN) の成膜は、ターゲットに金属アルミニウム (Al)、反応ガスとしてアルゴン (Ar) と窒素 (N<sub>2</sub>) を用い、基板温度 300℃、RF 出力 400W で行った。モリブデン (Mo) の成膜は、ターゲットに金属モリブデン (Mo)、反応ガスとしてアルゴン (Ar) を用い、非加熱、RF 出力 100W で行った。

## 【0069】

膜厚は第 1 の窒化アルミニウム (AlN) が 100nm、モリブデン (Mo)

が 200 nm、第 2 の窒化アルミニウム (AlN) が 1  $\mu$ m となるように成膜した。

#### 【0070】

第 2 の窒化アルミニウム (AlN) 膜の結晶性および結晶配向性の指標となる X 線回折 (XRD) の AlN (0002) ピークのロックンクカーブを得た。ロックンクカーブ半値幅は、図 2 に示すように、2.54° となり、基板に対して c 軸が垂直に配向した第 2 の窒化アルミニウム (AlN) 膜が得られた。なお、図 2 では、図中縦軸がピーク強度を示し、横軸が回折角 (図中  $\theta$  (deg)) を示す。

#### 【0071】

##### 〔比較例〕

比較例として Si 単結晶基板上に、機能性物質層としてモリブデン (Mo)、第 2 ウルツ鉱型結晶層として窒化アルミニウム (AlN) が形成された積層体を作製した。すなわち、比較例の積層体は、図 1 において、第 1 のウルツ鉱型結晶層を有していない構成である。

#### 【0072】

実施例と同様にモリブデン (Mo) と窒化アルミニウム (AlN) は RF スパッタリング法を用い、同じ条件で形成した。膜厚は、モリブデン (Mo) が 200 nm で、窒化アルミニウム (AlN) が 1  $\mu$ m である。AlN (0002) ピークのロックンクカーブの半値幅は、図 3 に示すように 8.15° となり、実施例に比べて c 軸結晶配向性の悪い窒化アルミニウム (AlN) 膜となった。なお、図 3 では、図中縦軸がピーク強度を示し、横軸が回折角 (図中  $\theta$  (deg)) を示す。

#### 【0073】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明では、機能性物質の層の下にウルツ鉱型結晶構造化合物の層をあらかじめ形成させている。これによって、いかなる結晶構造をとる機能性物質の層の上にも、結晶性および結晶配向性が良好なウルツ鉱型結晶構造化合物の層の形成が可能となるという効果を奏する。

## 【0074】

それゆえ、ウルツ鉱型結晶構造化合物の電子部品材料としての応用において、導電性やその他の機能性物質と複合化する場合に、ウルツ鉱型結晶構造化合物を高品質に保つことができるので、幅広い電子部品材料への応用の可能性が見出される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明における積層体の概略の断面図である。

## 【図2】

実施例にて作製されたAlN/Mo/AlN/Si積層体に関するXRD測定  
のAlN(0002)ピークのロックアップカーブである。

## 【図3】

比較例にて作製されたAlN/Mo/Si積層体に関するXRD測定  
のAlN(0002)ピークのロックアップカーブである。

## 【図4】

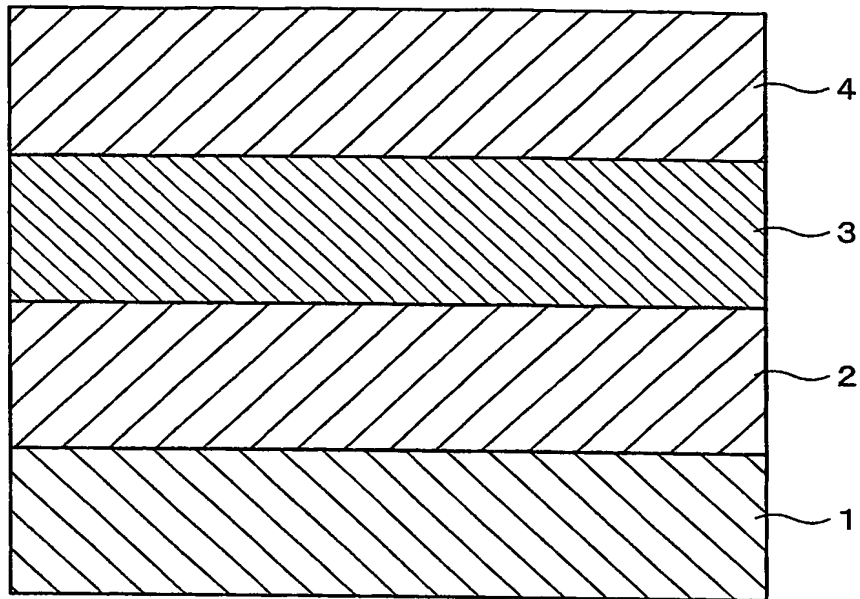
従来の積層体の断面図である。

## 【符号の説明】

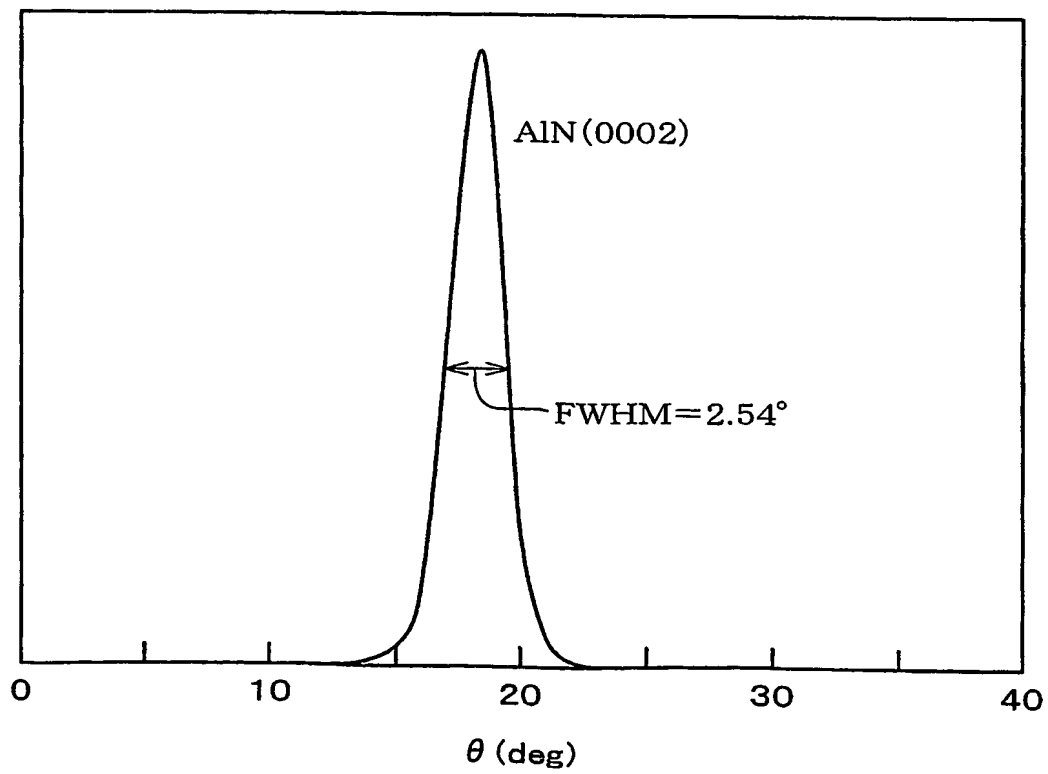
- 1 基板
- 2 第1のウルツ鉱型結晶層
- 3 機能性物質層
- 4 第2のウルツ鉱型結晶層

【書類名】 図面

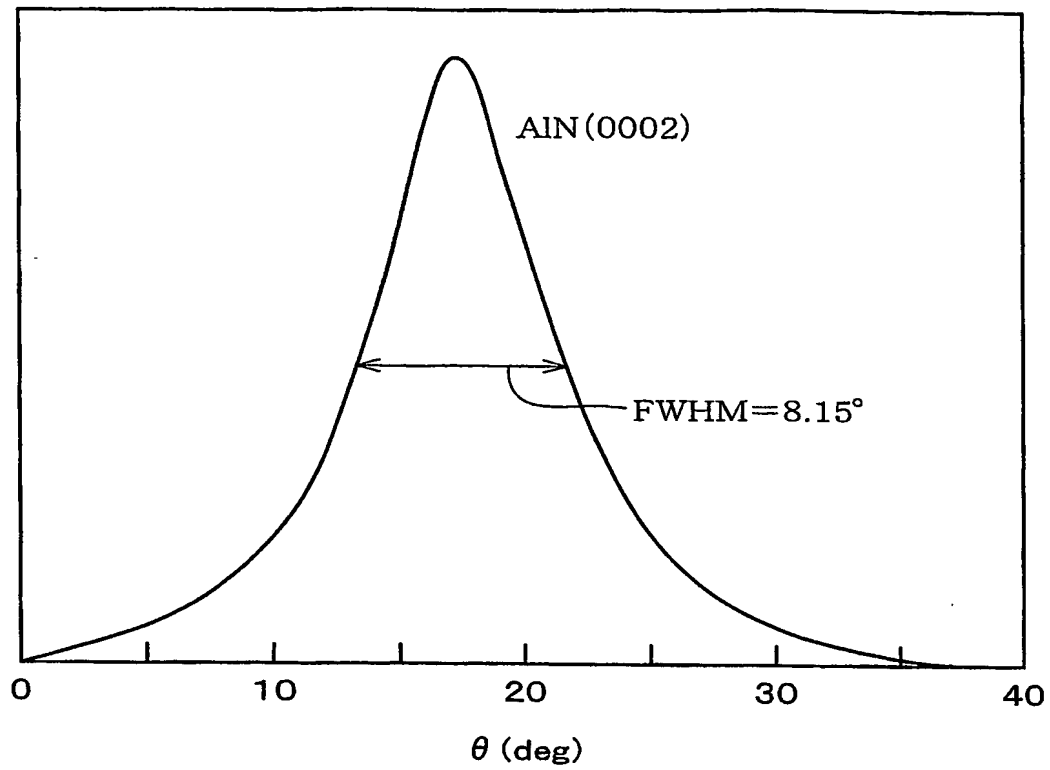
【図 1】



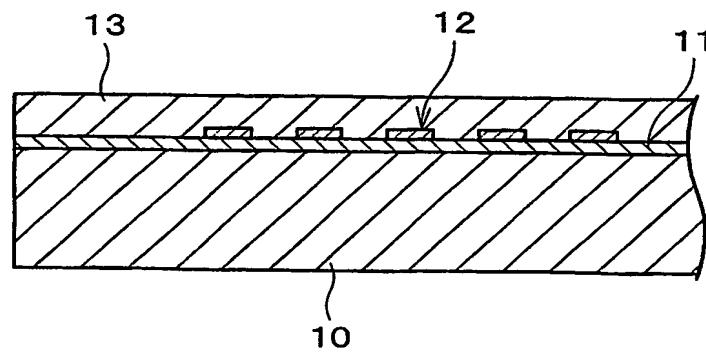
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機能性物質層の結晶構造に関わらず、該機能性物質層の上に、結晶性や結晶配向性が制御されたウルツ鉱型結晶構造化合物からなる層を成長させた多層構造の積層体を提供する。

【解決手段】 下地となる機能性物質層 3 の基板 1 側に、さらにウルツ鉱型結晶構造化合物からなる第 1 のウルツ鉱型結晶層 2 の層をあらかじめ形成することにより、機能性物質層 3 上に形成された第 2 のウルツ鉱型結晶層 4 の結晶性および結晶配向性を向上させる。

【選択図】 図 1

特願 2003-139506

ページ : 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[301021533]

1. 変更年月日

2001年 4月 2日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区霞が関1-3-1

氏 名

独立行政法人産業技術総合研究所